Rendimiento y valoración nutritiva de especies forrajeras arbustivas establecidas en bancos de proteína, en el sur de la Amazonía ecuatoriana

Performance and nutritional assessment of shrub forage species in the south of the Ecuadorian Amazon

José Valarezo[1*] y Diana Ochoa[2]

[1]Director del Programa de Seguridad Alimentaria de la Universidad Nacional de Loja (UNL) E-mail: josemariavalarezo@yahoo.com

[2]Docente-Investigadora de la Universidad Nacional de Loja.

*Autor para corresponmdencia Correo electrónico: jvalarez@unledu.ec

Resumen

La ganadería constituye la principal actividad económica en la región amazónica sur del Ecuador, asentada en potreros de gramíneas, con buen rendimiento inicial, pero en poco tiempo la productividad disminuye notablemente, por mal manejo y falta de fertilización del suelo, lo que se pretende remediar con la implementación de bancos de proteína, para mejorar la fertilidad de suelos erosionados y cubrir el déficit alimenticio del ganado. Los objetivos de esta investigación fueron el evaluar el rendimiento de biomasa y el valor nutritivo de cinco especies forrajeras arbustivas: *Thichanthera gigantea* (quiebra barriga),*Gliricidia sepium* (gliricidia), *Erythrina peruviana* (eritrina), *Leucaena leucocephala* (acacia forrajera), *Moringa oleífera* (moringa) establecidas en bancos de proteína. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos (especies) y cuatro repeticiones. Se registraron los rendimientos de biomasa durante el año 2012, con aprovechamientos cada cuatro meses, Para evaluar el valor nutritivo se tomó una muestra del último corte y se determinó la proteína cruda, fibra, extracto etéreo, cenizas y ELN, mediante el esquema proximal de Weende. Para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico Infostat. El mayor rendimiento de biomasa en MS se obtuvo con T. gigantea. (17,97 t/Ha) que es superior a todas las demás especies, seguido de *G. sepium* con 13,31 t/Ha, siendo esta superior a las tres especies restantes. El mejor porcentaje de proteína en base seca correspondió a *G. sepium* con 23.58%, y a M. Oleífera con 22.84% mientras que las demás tuvieron porcentajes entre 18.18 y 19.47%, concluyendo que las especies recomendadas para la zona por su rendimiento y valor nutritivo son la *T. gigantea* y la *G. sepium.*

Palabras claves: Silvopasturas, forrajeras arbustivas, ganadería sustentable, valor nutritivo, ganadería amazónica

Abstract

Livestock is the main economic activity in the South Amazon Region of Ecuador, while taking hold in grass paddocks established after a process of slash and burn, you have a good initial performance, but soon the productivity drops significantly, by the mismanagement and lack of replacement soil fertility, problem that

seeks to deal with the implementation of banks of protein that allow to improve fertility of eroded soils and cover the food deficit of cattle, so this study aimed to evaluate the biomass yield and nutritive value of five forage shrubs: *Thichanthera gigantea* (bankruptcy tummy), *Gliricidia sepium* (gliricidia) *Erythrina peruviana* (eritrina), *Leucaena leucocephala* (acacia forage), *Moringa oleifera* (moringa) established in banks of protein. Biomass yields were taken in 2012, in an experiment established in 2011 with a randomized block design with five treatments of different species and four replications, with experimental units formed by 16 plants established to 1.5 m of distance. To assess the nutritional value was taken a sample of the last cut and was determined the crude protein, fiber, ethereal extract, ash and ELN, by the proximal scheme of Windee. For statistical analysis we used the statistical program Infostat. The highest yield of biomass in MS was obtained with T. gigantea (17.97 t/Ha) which is superior to all other species, followed by *G. sepium* obtained 13.31 t/Ha, being higher than the three remaining species. The best percentage of protein on a dry basis corresponded to *G. sepium* with 23.58%, and to *M. Oleifera* with 22.84% while the other ones had percentages between 18.18 and 19.47%, concluding that the recommended species for the zone for its performance and nutritional value are the *T. gigantea* and to *G. sepium*.

Key Words: Silvopastures, fodder shrubs, sustainable farming, food quality, livestock Amazon

Introducción

Las ganaderías de la región amazónica ecuatoriana sur se han establecido luego de un proceso de tumba-roza y quema del bosque, siembra de pastos, e introducción de ganado criollo o mestizo llevados por los colonos de la sierra, determinando que el 60% de las fincas de la zona tengan componente ganadero, actividad a la que se han sumado últimamente las etnias nativas, dando como resultado que los pastos ocupan el 73.1% de las áreas intervenidas, que representan 792.271 has (Censo Agropecuario 2001), sin embargo, la productividad animal en las ganaderías de la Amazonía Ecuatoriana es baja, ya que el promedio de producción de leche es de apenas 3.5 litros/vaca/día, y la ganancia de peso vivo raramente supera los 0.25 Kg/día, debido entre otras causas, a que los suelos son pobres en nutrientes, los pastos son susceptibles a plagas, poco resistentes a la sombra, pastizales compuestos sólo por gramíneas, y escasa utilización de árboles y arbustos que conserven las características del suelo (Grijalva et al 2011); además, el material genético de las pasturas producen un forraje con bajo contenido proteico, debido a un pobre manejo agronómico de las pasturas, y una lenta adopción y difusión de las mejoras tecnológicas; a pesar de ello, la producción ganadera constituye uno de los rubros más importantes en la economía campesina.

Una opción para mejorar la productividad ganadera es la introducción de Sistemas Silvopastoriles, combinando especies arbustivas forrajeras, pastos y ganado (Garrity 2004), que han sido propuestos por los beneficios potenciales en el contexto de América Latina (Pagiola et al 2004). Una tecnología silvopastoril constituye la siembra de especies leguminosas arbustivas en bancos de proteína como una opción para mejorar los niveles de productividad de la ganadería a través del aumento de la cantidad de proteína en la dieta del ganado (Cruz y Nieuwenhuyse 2008). Los bancos de proteína son áreas en las cuales los arboles y/o arbustos se cultivan en bloque y a alta densidad, cuyo propósito es aumentar la producción de forraje y mejorar la cálida nutritiva (Ojeda et al 2003). Hay estudios que revelan que los bancos forrajeros proteicos producen un incremento del 25%

en la producción de leche (Sánchez 2004, Lascano y Plazas 2003, Chuncho 2011). Así mismo, estudios realizados en la Estación Experimental Central de la Amazonía Ecuatoriana demostraron como una buena opción para la implementación de bancos de proteína el uso de especies como *Trichantera gigantea* (quiebra barriga), *Gliricidia sepium* (yuca ratón), *Flemingia macrophila* (flemingia blanca), *Morus alba* (morera) y *Leucaena leucocephala* (acacia forrajera) las cuales proporcionan altos rendimientos de biomasa y elevado valor nutritivo (Grijalva et al 2011).

En la región amazónica ecuatoriana aún no se ha logrado establecer una mezcla permanente de gramíneas y leguminosas por la diversidad de sus ciclos de vida, recomendándose el establecimiento de bancos de proteína con miras a obtener una ganadería más sostenible con el medio ambiente y mejorar la productividad, a través del mantenimiento de la fertilidad del suelo, la conservación del agua (cantidad y calidad), la captura de carbono, la conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados, la provisión de apoyo financiero para el uso comercial o sustento de familias, y el apoyo de la producción animal (CATIE 2002, Beer et al 2003)..

En la región sur del Ecuador, la Universidad Nacional de Loja, a través del Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonía, CEDAMAZ de la Universidad Nacional de Loja, viene ejecutando un programa de investigación sobre "Generación y valoración de sistemas silvopastoriles para la producción de bovinos de leche y carne en la Amazonía ecuatoriana" habiéndose realizado una evaluación preliminar de ocho especies de leguminosas forrajeras, de las cuales siete son leguminosas *Leucaena leucocephala* (leucaena), *Albizia multiflora* (Acacia), *Caesalpinia glabrata, Geofrea spinosa, Moringa oleífera* (moringa), *Gliricidia sepium* (gliricidia) *y Erythrina peruviana* (eritrina) y una especie no-leguminosa: *Trichanthera gigantea* (quiebra barriga), de las cuales cinco fueron establecidas en bancos de proteína en el 2011: leucaena, eritrina, gliricidia, moringa y quiebra barriga, y evaluadas en cuanto a su producción de biomasa y valor nutritivo durante el año 2012, cuyos resultados se presentan en el presente artículo.

La Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP, en su boletín técnico N 56 del año 2011, reporta valores de rendimiento en MS/ha/año para quiebra barriga, gliricidia, y leucaena de 12.00, 19.20 y 15.60 t, con valores de proteína de 18.00, 29.39 y 28.29 respectivamente. También reporta porcentajes de digestibilidad in vitro de la MS para estas especies: 59.06%, 71.63% y 60.19%.

Ibrahim (1994) publicó un resumen de digestibilidad in vitro y contenido de la materia seca para eritrina, gliricidia y leucaena, en Costa Rica, dando valores de 24.2, 24.8 y 22.0% de proteína, y 51.4, 62.2 y 52.7% de digestibilidad.

En vista de que los rendimientos varían de acuerdo a las condiciones agroecológicas, se planteó esta investigación para evaluar el comportamiento de cinco especies forrajeras arbustivas promisorias, establecidas en bancos de proteína en la región amazónica sur, en relación al rendimiento y calidad de la biomasa producida, con los siguientes objetivos específicos:

a. Determinar el rendimiento de biomasa de cinco especies forrajeras arbustivas establecidas en bancos de proteína en la región amazónica sur. Y
b. Conocer el valor nutritivo de las especies forrajeras arbustivas, relacionado con su composición química.

Materiales y métodos.
Descripción de la zona de estudio

El trabajo de campo se realizó en la estación Experimental "El Padmi", ubicada en la provincia de Zamora Chinchipe, cantón Yantzaza, parroquia Los Encuentros, con una latitud de 78º38`22`` de longitud oeste y 3º45`27`` de latitud sur; y, a una altitud de 783 msnm.

Figura 1. Ubicación de la Estación Experimental "El Padmi"*(Google maps 2013)*

Diseño experimental.
Se utilizó un diseño de bloques al azar, con cinco tratamientos (especies forrajeras arbustivas) y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo conformada por 18 plantas, sembradas en tres hileras a una distancia de 1.5 m entre plantas, de las cuales se tomó la información de las 4 plantas del centro de la parcela, para evitar el efecto de borde.

Especies forrajeras arbustivas en evaluación.
En el experimento se evaluaron cinco especies forrajeras arbustivas, cuatro leguminosas: gliricidia, eritrina, leucaena y moringa, y una no-leguminosa la quiebra barriga, cuyas características principales son las siguientes:

Thichanthera gigantea (HUMBOLDT & BONPLANDNEES, 1821)

También llamado quiebra barriga o nacedero, planta arbórea de la familia de las acantáceas, originaria del norte de los países andinos, desarrolla alturas entre 3 a 8 m, posee tronco ramificado de color verde amarillento o cremoso hojas simples, opuestas y ásperas al tacto, de 10 a 25 cm de largo y de 4 a 8 cm de largo, crece muy bien desde el nivel del mar hasta los 2200 m de altitud, en sitios con precipitación entre 400 y 4000 mm al año. Tolera suelos ácidos con bajos niveles de fertilización, pero no tolera encharcamiento prolongado. El primer corte se lo realiza a los 9 meses (Grijalva et al 2011), se lo puede utilizar como forraje de alto valor nutritivo tanto en ganadería, así como para cerdos y aves *(Figura 2)*.

Figura 2. Trichantera gigantea

Gliricidia sepium (JACQ.)

Conocida también como mata ratón o madero negro, es un arbusto forrajero originario de México y América Central, de 10 a 15 m de altura, sin espinas y de rápido crecimiento, de raíces profundas y tallos muy ramificados; hojas compuestas, muy abundantes, de 2 a 6 cm de largo. Crece desde el nivel del mar hasta los 1600 m de altitud, con precipitación entre 800 y 2300 mm/año y temperatura de 22 a 300C, prefiere suelos livianos y profundos, con pH de 5 a 8, no tolera competencia por la luz y soporta bien la sequía (Grijalva et al 2011) *(Figura 3)*.

Figura 3. Gliricidia sepium

Erythrina peruviana (KRUKOFF)

Árbol nativo de la Amazonìa. Se distribuye en un rango altitudinal entre 0-1000 ms.n.m. en las provincias de Morona Santiago y Zamora Chinchipe. Árbol de 4 metros, cultivado en cercas, flor morada. Dentro de los usos: (a) materiales: las semillas se utilizan para elaborar collares (Shuar.-Zamora Chinchipe); medicinal: se usa para tratar afecciones indeterminadas (etnia no determinada de Morona Santiago); (c) medioambiental: se siembra como cerca viva (Shuar-Zamora Chinchipe) *(Figura 4)*.

Figura 4. Erythrina peruviana

Leucaena leucocephala (LAM) DE WIT

Especie arbórea perteneciente a la familia de las leguminosas o Fabáceas, alcanza de 3 a 12 m de altura, hojas alternadas de color verde grisáceo de 9 a 25 cm de largo, con 11 a 24 pares de foliolos de 8 a 25 mm de largo, copa redondeada, posee raíz profunda y reacciona bien a la poda. Crece bien entre el nivel del mar y 1800 m, a temperatura de 22 a 300C, y precipitación mayor de 700 mm/año. Se adapta a un rango amplio de suelos, con pH de 5 a 8, prefiere suelos de mediana fertilidad, no tolera sombra ni inundaciones, pero tolera la sequía (Grijalva et al 2011).

Sus hojas son bipinnadas, las flores se encuentran en grupos en el ápice de las ramas de color crema blanco, fructifica en racimos de 5 a 20 vainas con 8 a 10 semillas cada una (Wikipedia 2011) *(Figura 5)*.

Figura 5. Leucaena leucocephala

Moringa oleífera

Árbol perenne, caducifolio, de rápido crecimiento, adulto llega a 10 a 12 m de altura máxima, tiene ramas colgantes, quebradizas, con corteza de corcho, hojas color verde claro, compuestas, tripinadas, de 30 a 60 cm de largo, con muchas hojas pequeñas de 1.3 1 2.0 cm de largo por 0.0 a 0.3 cm de ancho; florece a los 7 meses de su plantación, las flores son fragantes y de color blanco o blanco crema, de 2.5 cm de diámetro. Produce vainas colgantes color marrón, triangulares, de 3º a 120 cm de largo por 1.8 cm de ancho, divididas longitudinalmente en 3 partes cuando se secan, cada una contiene aproximadamente 20 semillas incrustadas en la médula, se color marrón obscuro con 3 alas; muy rústicas lo que favorece su adaptación *(Figura 6)*.

Figura 6. Moringa oleífera

Registro y análisis de rendimientos de biomasa

Las cuatro plantas centrales de cada una de las parcelas fueron defoliadas para determinar la biomasa aprovechable promedio por planta cada cuatro meses, considerando solamente la porción que es consumida por los animales, se calculó el rendimiento promedio por planta en cada parcela, luego estos datos fueron transformados a rendimiento/ha, mismos que se analizaron estadísticamente utilizando el programa estadístico InfoStat, mediante la prueba de "F" y la prueba de rango múltiple de Duncan para comparación entre medias.

Determinación del valor nutritivo

Para determinar el valor nutritivo de las especies de leguminosas arbóreas y arbustivas sembradas en bancos de proteína se obtuvieron muestras representativas de dos kilogramos de biomasa producida de cada una de las especies en el último corte, mesclando el material de los cuatro bloques, de las cuales, la mitad fue enviada al laboratorio de nutrición animal del Área Agropecuaria de la Universidad Nacional de Loja para la determinación de humedad y materia seca, la otra mitad, previa desecación al ambiente fue remitida al Laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos del INIAP-Estación Experimental Santa Catalina. La bromatología se realizó mediante el análisis proximal por el método de Weende y se determinó proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo y cenizas.

Resultados

Rendimiento de biomasa de especies forrajeras arbustivas

Se obtuvo el rendimiento/ha de biomasa fresca por año de las cinco especies forrajeras arbustivas, mediante la sumatoria del rendimiento en los tres cortes, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Rendimiento de biomasa de las especies forrajeras arbustivas en peso fresco, por corte y por año. TM/ha

Especies	Cortes			Total
	I	II	III	
Thichanthera gigantea	32,07	38,38	43,73	114,17[a]
Gliricidia sepium	20,85	22,69	24,66	68,20[b]
Erythrina peruviana	4,32	5,48	6,78	16,58[c]
Leucaena leucocephala	5,44	5,71	6,28	17,43[c]
Moringa oleífera	2,88	3,07	3,38	9,33[c]

El mayor rendimiento de biomasa fresca se obtuvo con la especie *Thichanthera gigantea* (114,18 t/ha) que es estadísticamente superior a las demás especies, seguida de la especie *Gliricidia sepium* con un rendimiento de 68,20 t/ha, siendo estas rendimientos superiores a las demás especies (Cuadro 1).

A partir de los rendimientos de biomasa fresca, y considerando los respectivos porcentajes de humedad de cada una de las especies arbustivas (Cuadro 3), se calculó el rendimiento de biomasa en base a materia seca que se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Rendimientos de Biomasa de las especies forrajeras arbustivas en materia seca por corte y por año (t/ha).

Especies	Cortes			Total
	I	II	III	
Thichanthera gigantea	5,04	6,04	6,88	17,97[a]
Gliricidia sepium	4,07	4,42	4,81	13,31[b]
Erythrina peruviana	1,00	1,27	1,58	3,86[c]
Leucaena leucocephala	1,47	1,55	1,70,	4,73[cd]
Moringa oleífera	0,63	0,67	0,74	2,04[d]

Como se presenta en el cuadro anterior, en relación al rendimiento de biomasa en base a materia seca, la especie *Thichanthera gigantea* también obtuvo el más alto rendimiento con 17,97 t/ha/año, que es estadísticamente superior a las demás, seguida de la especie *Gliricidia sepium* con 13,31 TM/ha/año, siendo estas dos especies a las demás especies forrajeras (Cuadro 2).

En la Figura 1, se representa el rendimiento anual de biomasa en base a materia seca de las cinco especies forrajeras arbustivas estudiadas.

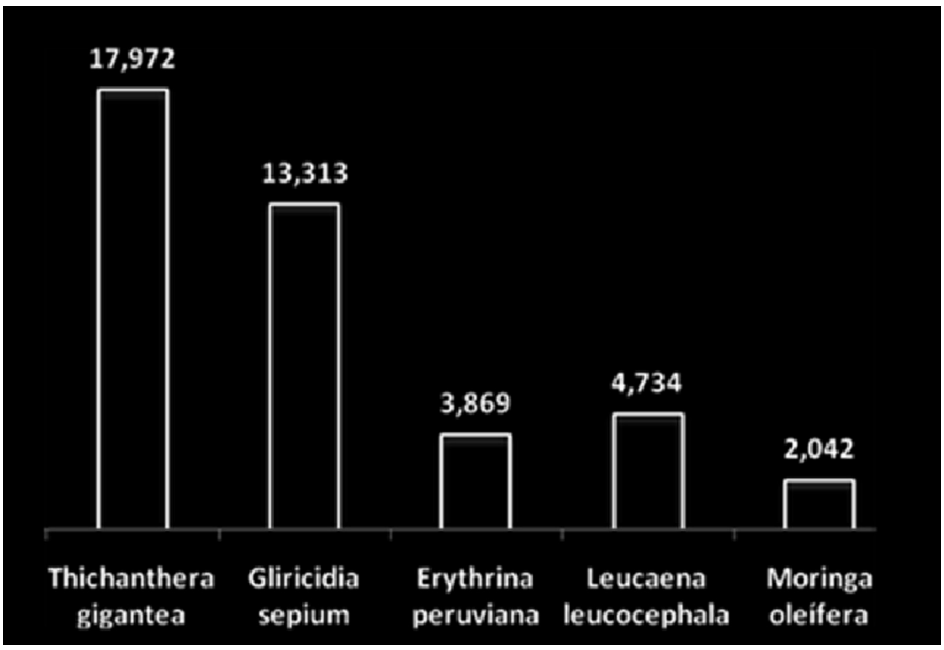

Figura 2. Rendimientos de Biomasa en base a Materia Seca de las cinco especies forrajeras arbustivas establecidas en bancos de proteína (t/ha).

Valor nutritivo

En el Cuadro 3 se presenta los resultados del análisis bromatológico correspondiente a las cinco especies en estudio.

Cuadro 3. Valor nutritivo de las especies forrajeras arbustivas evaluadas en base a MS (%)

Especies arbustivas	MS	PC	FC	EE	Ceniza	ELN
Erythrina peruviana	23.34	18.34	36.76	2.57	8.62	33.71
Gliricidia sepium	19.52	23.58	21.71	1.20	7.59	45.92
Trichantera gigantea	15.74	18.18	20.95	1.88	17.39	41.60
Leucaena leucocephala	27.16	19.47	37.13	1.38	5.69	36.33
Moringa oleífera	21.89	22.84	16.82	3.76	9.04	47.54

Discusión

El mayor rendimiento de biomasa tanto en fresco como en materia seca se obtuvo con *Trichantera gigantea*, con 17.97 t/ha/año lo que se explica porque este arbusto forrajero posee un tronco con muchas ramificaciones y hojas de gran tamaño, crece muy bien en sitios con altas precipitaciones y tolera los suelos ácidos con bajos niveles de fertilización, este valor es superior a las 12.00 t/ha/año obtenido en la Estación Experimental Central de la Amazonía por el INIAP (Grijalva et al 2011): la *Gliricidia sepium* ocupó el segundo lugar en rendimiento con 13.31 t/ha/año, porque este es un arbusto de rápido crecimiento, con tallos muy ramificados y hojas compuestas muy abundantes,, es una especie que se adapta bien a las condiciones de clima y temperatura de la zona, aunque su rendimiento es inferior al reportado por INIAP que es de 19.20 t/ha/año (Grijalva et al 2011), estos resultados coinciden con los obtenidos por Múnera (2005) quien obtuvo altos rendimientos de *Gliricidia sepium* en el trópico húmedo de Colombia; igualmente, lo que demuestra que esta especie se adapta muy bien las condiciones agroecológicas de la zona amazónica sur.

Estos resultados también coinciden con los obtenidos por Murguettio, Rosales y Gómez (2003), quienes mencionan que *Thichanthera gigantea* y *Gliricidia sepium* poseen altos rendimientos de biomasa por lo que se las recomienda como especies importantes para la alimentación del ganado.

Por otra parte, los bajos rendimientos de las otras especies forrajeras como la *Erythrina peruviana* se puede atribuir a que estos arbustos tuvieron pocas ramas y escazas hojas; en el caso de la *Leucaena leucocephala*, los arbustos aun no completaban su desarrollo y tuvieron también pocas ramas y hojas: mientras que la Moringa oleífera nunca llegó a producir las vainas, se puede atribuir al escaso número de brotes y hojas muy pequeñas a la fuerte acidez del suelo. Shelton y Jones (1995) tanto en Venezuela como en Perú, también obtuvieron bajos rendimientos de *Leucaena leucocephala* en suelos ácidos debido a su poca tolerancia al aluminio y a la deficiencia de fósforo, aunque el INIAP reporta rendimientos altos que llegan a 15.60 t/ha/año de materia seca Grijalva et al 2011).

Respecto al valor nutritivo de las especies arbustivas forrajeras evaluadas, el valor más alto de proteína correspondió a la *Gliricidia sepium* con 23.58%, ligeramente inferior al reportado por el INIAP que es de 29,39%, y similar al 24.8% presentado por Ibrahim en 1994, en Costa Rica. Para las especies restantes los valores fluctuaron entre 18.18 y 19.47%; el porcentaje de fibra en cambio fue mayor en *E. peruviana* y *L. Leucocephala*, y menor en *G. sepium* y *T. gigantea.*

Conclusiones

Del análisis y discusión de los resultados obtenidos se ha llegado a las siguientes conclusiones.

1. El mayor rendimiento en biomasa, tanto fresca como en materia seca se obtiene con la *T. gigantea*, seguido de la *G. sepium*.
2. El mayor valor nutritivo corresponde a la *G. sepium* y a la *M. oleífera*, por su elevado contenido de proteína y bajo de fibra.

Literatura citada.

Beer, J.; Harvey, CA.; Ibrahim, M.; Harmand, JM; Somarriba, E; Jiménez, F. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. Agroforestería en las Américas. no 37-38.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2002. Proyecto "Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo deEcosistemas". Informe FAO, reporte. Turrialba, CR. 155 p.

Chuncho, C. 2011. Análisis de la percepción y medidas de adaptación al cambio climático que implementan en la época seca los productores de leche en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 187p.

Cruz y Nieuwenhuyse 2008. El establecimiento y manejo de leguminosas arbustivas en bancos de proteína y sistemas en callejones. CATIE, CR. Serie técnica, Manual técnico No. 86.

Garrity D.P. 2004. Agroforestry and the achievement of the Millennium Development Goals. AgroforestrySystems61: 5–17, 2004.

Grijalva J., R. Ramos. A. Vera, 2011. Pasturas para sistemas silvopastoriles: Alternativas para el desarrollo sostenible de la ganadería en la Amazonía baja de Ecuador. Boletín técnico Nª 156. Programa Nacional de Forestería del INIAP. Impresión: NINA Comunicaciones, Quito, Ecuador, 24 p.

Holmann, F; Lascano, C. eds. Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. Cali, Colombia, CIAT. 39–41 p.

Ibrahim M.A. 1994. Compatibility, persintence and productivity of grass-legume mixtures for sustanaible animal production in the Atlantic Zone of Costa Rica. Tesis Ph.D. Wageningen, The Netherlands.129 p.

Lascano C.; Plazas. C. 2003. Utilidad de la leguminosa semiarbustiva Cratyliaargentea en sistemas de ganado doble propósito del piedemonte llanera: Validación y difusión. Proyecto CIAT-Pronatta, Centro internacional de agricultura tropical.

Múnera, J. 2005. Establecimiento y Evaluación de Gliricidia sepium, Leucaena leucocephala y Guazumaulmifolia, como bancos de proteína en la región de Santafé, de Antioquia. SENA. Centro Multisectorial Puerto Berrio (Antioquia).

Murgueitio, E., Rosales, M. y Gómez, M. E. Agroforestería para la producción animal sostenible. Cali, Colombia: CIPAV, 2003. 67p.

Ojeda, P.; Restrepo, J.; Villada, D.; Gallego, J. 2003. Sistemas Silvopastoriles. Una Opción para el Manejo Sustentable de la Ganadería. Fundación para la Investigación y Desarrollo Agrícola, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 54 pp.

Pagiola, S., Agostini, P., Gobbi, J., de Haan, C., Ibrahim, M., Murgueitio, E., Ramírez, E., Rosales, M. &Ruíz, J.P. (2004) Paying forBiodiversityConservationServices in AgriculturalLandscapes.

Sánchez, D; López, M; Medina, A; Gómez, R; Harvey, C; Vílchez, S; López, F; Joya, M; Sinclair, F; Kurth, S. 2004. Sistemas Silvopastoriles: robusteciendo la biodiversidad. Encuentro (68): 7-20

Shelton M. y R. Jones. 1994. Opportunities and limitations in Leucaena. En Shelton M., C. Piggin y J. Brewbaker (Eds.) Opportunities and Limitations. ProceedingsWorkshop. Bogor, Indonesia. pp. 16-22

Villarreal, M.; Villalobos, E.; Rodríguez, C.: Ducca, E.; Alfaro. O. 2010. Ratana (Ischaemumindicum, Houtt; sin.I. Ciliere, Retz) response to intensive management under different nitrogen fertilization rates in the Humid Tropics. International Sustainable Animal Production in the Tropics: Farming in a Changing World 2010. Advances in Animal Biosciences. Cambridge Journal.